

ANNEXE 3 : RAPPORT D'ANALYSE DE LA QUALITE DE L'AIR

REPUBLIQUE DU SENEGAL



Un Peuple - Un But - Une - Foi

**EIES DU PROJET DE RESTRUCTURATION GLOBALE DU RESEAU DE TRANSPORT
EN COMMUN DE DAKAR, Y COMPRIS SON SYSTEME D'INTEGRATION TARIFAIRE
:
CARACTERISATION DE LA QUALITE DE L'AIR AMBIANT**

RAPPORT PROVISOIRE

Réalisé par :



L'Expertise Polytechnicienne

Patte d'Oie Builders Villa G24

BP : 5061 Postchance N P⁰P5 Grand Yoff

Tél/Fax : 00 221 33 865 25 25 Email : maxen@orange.sn

Site Web : www.maxensenegal.com

Août 2021

MAXEN ENVIRONNEMENT

MAXEN ENVIRONNEMENT

Fiche signalétique du rapport de caractérisation de la qualité de l'air

Titre du projet : EIES du projet de restructuration globale du réseau de transport en commun de dakar, y compris son système d'intégration tarifaire

Description de l'activité : Mesure des polluants PM2.5, PM10, COV, CO, NO₂ et SO₂

Description du document : Caractérisation de la qualité de l'air ambiant des sites sensibles

Date d'émission n° 1 : du 25 Juillet au 04 Aout 2021

Date d'émission n° 2 : du 29 Décembre 2021 au 02 Janvier 2022

1.INTRODUCTION

Dans le cadre de la réalisation du projet de « *restructuration globale du réseau de transport en commun de Dakar, y compris son système d'intégration tarifaire* », le groupement HPR ANKH/MAXEN est chargé des prestations liées à l'Étude d'Impact Environnemental et Social (EIES) et au Plan d'Action de Réinstallation (PAR) de la seconde Partie du projet.

C'est dans ce sens que des mesures de la qualité de l'air ambiant ont été effectuées pour déterminer l'état de référence durant les périodes du 25 Juillet au 4 Aout 2021 et du 29 Décembre 2021 au 02 Janvier 2022.

Le présent rapport fait l'économie des principaux résultats de ces deux campagnes de mesures de la qualité de l'air ambiant.

2.Objectif des mesures

L'objectif des mesures vise à faire une situation de référence de la qualité de l'air ambiant aux site du projet et aux récepteurs sensibles. Il s'agit spécifiquement de :

- Quantifier les poussières fines en suspension dans l'air à savoir les PM2.5 et les PM10
- Quantifier les composés organiques volatils COV totaux
- Quantifier les principaux gaz à effet de serre tels que le monoxyde de carbone CO, le dioxyde de soufre SO₂ et le dioxyde d'azote NO₂.
- Comparer les mesures effectuées dans les règles de l'art aux standards internationaux et à la réglementation nationale.

3.Standards de référence

Les standards d'émissions atmosphériques utilisées sont les suivantes :

- *NS 05-062 Pollution atmosphérique norme de rejets Octobre 2018. -30p*

Remplace la norme n °00001 du Conseil d'Administration de l'Association sénégalaise de Normalisation le 18 février 2005 et prend effet le 18 février 2005

- *1990 Clean Air Act, USA-EPA-NAAQS*

- *Directive de la qualité de l'air de l'Organisation mondiale de la santé - Janvier 2015*

Soulignons que les valeurs de référence utilisées pour les directives de la norme NS-05-062 sont celles relatives à un contexte de qualité de l'air non dégradé.

La notion de pollution en composés totaux, qu'ils soient organiques ou inorganiques n'a aucune signification en terme de risque. Chaque famille de polluant a des effets spécifiques au niveau de l'organisme et les organes ciblés ne sont pas toujours les mêmes. Pour une concentration donnée, l'effet à court et long terme est différent selon la nature chimique du polluant en question. Par conséquent, il est beaucoup plus important de définir des normes par polluant ou famille de polluant afin de dégager les risques de façon parallèle. Dans une même famille chimique, deux polluants donnés peuvent avoir des effets différents et donc il est impératif de définir une norme d'exposition pour chaque polluant selon le degré de risques sanitaires et environnementaux.

Tableau 1 : Standards d'immissions appliqués au cours de l'étude

Polluants	Type de moyenne	Valeur Limite Maximale	
		Directives OMS	NS-05-062 (Sénégal)
Dioxyde de soufre (SO₂) (en µg/m ³)	Horaire	500 (10 mn) 350 (1 heure)	500 (10mn)
	Journalière	20	50
	Annuelle	50	--
Dioxyde d'azote (NO₂) (en µg/m ³)	Horaire	200	200
	Annuelle	40	40
Monoxyde de carbone (CO) (en µg/m ³)	Horaire	30 000	
	Journalière	(8 heures) 10 000	
COV totaux (en µg/m³)	Court terme	--	10 000 (1 à 3 jours)
Particules <10µm (PM₁₀) (en µg/m ³)	Journalière	50	150
	Annuelle	20	40
Particules <2,5 µm (PM_{2,5}) (en µg/m ³)	Journalière	25	75
	Annuelle	10	25

Tableau 2 : Index de la qualité de l'air pour les PM2.5 et PM10 selon les standards USA, EPA-2013

PM10, 24hr	PM2.5, 24hr	AQI	EPA Term
mg/m ³	mg/m ³		
0 – 0.054	0 – 0.012	0-50	Good
0.055 – 0.154	0.0121 – 0.0354	51-100	Moderate
0.155 – 0.254	0.0355 – 0.0554	101-150	Unhealthy for Sensitive Groups
0.254 – 0.354	0.0555 – 0.1504	151-200	Unhealthy
0.355 – 0.424	0.1505 – 0.2504	201-300	Very Unhealthy
0.421 – 0.600	0.2505 – 0.5004	300-500	Hazardous

Dans la suite de l'étude, les normes les plus contraignantes seront utilisées à des fins de comparaisons avec les concentrations moyennes journalières des polluants étudiés mesurées sur les différents sites de mesure dans la zone du projet.

Les particules ou poussières en suspension liées à l'activité humaine proviennent majoritairement de la combustion des matières fossiles, du transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements...) et d'activités industrielles très diverses (sidérurgies, incinération...). Leur taille et leur composition sont très variables. Les particules sont souvent associées à d'autres polluants tels que le SO₂, HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques). Les PM10 représentent la catégorie de particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres (les PM2,5, ou très fines particules, ont un diamètre inférieur à 2,5 micromètres). Sur le plan sanitaire, les PM2.5 restent car les plus importants car pouvant atteindre les alvéoles et le sang par la suite pour exercer leur toxicité à différents niveaux de l'organisme.

4.Méthodes de mesure

4.1.Période et conditions de mesure

Le comportement des polluants atmosphériques locaux (transport et accumulation) est fortement lié aux conditions climatiques (pluviométrie, vent, température, ensoleillement). Dans un souci de représentativité et comparabilité aux normes en vigueur, les mesures de qualité doivent répondre à certains critères bien précis. Il faut au minimum recueillir 75 % de données valides pour chaque pas de mesure (horaire ou journalière). Par conséquent il a été retenu d'obtenir au minimum 18 heures de mesure et au meilleur des cas 24 heures de mesures pour tous les polluants mesurés. Le monitoring se fait exclusivement durant les périodes sans pluies. En cas de pluviométrie il faut obligatoirement observer une période sèche de 48 heures avant de reprendre le monitoring. Dans le cadre de cette étude, une campagne de mesures des polluants particuliers a été organisée à cet effet durant les périodes du 25 Juillet au 04 Aout 2021 et du 29 Décembre 2021 au 02 Janvier 2022. Durant ces périodes, un maillage a été effectué pour le choix des points de collecte au niveau des aires terminus, les ronds-points, des aires de stationnement, des chaussées à réfectionner ou à réhabiliter.

4.2.Sites de mesure

Les points de mesures ont été choisis en fonction d'une source principale d'émission de polluants, de la direction des vents dominants au cours de l'année et par rapport à la sensibilité du milieu récepteur. Ainsi au niveau des dépôts de Mbao et de Ouakam, deux (2) structures sensibles ont été choisis comme récepteurs sensibles du projet ; il s'agit de l'Ecole élémentaire et maternelle BLOSSOM et l'Ecole élémentaire Médina Kelle. Le tableau suivant présente les différents points de mesures avec leur position géographique et des informations sur leur environnement immédiat.




Tableau 3 : Choix des points de mesure la qualité de l'air ambiant




Numéro	Dénomination	Justification des choix	Sources de Pollution
P1	Air Terminus Palais A plus de 150 mètres de l'institut Pasteur de Dakar A plus de 300 de l'hôpital le Dantec	Point représentation de la zone Sud d'influence du projet Des activités de stationnement des bus TATA sont plus observées sur ces lieux. Nous avons noté une dégradation très avancée de la chaussée de l'aire terminale. En plus du lieu de culte à l'enceinte de l'aire terminale, nous notons également que ce point est à 7 mètres de la clinique Belle vue. Ce point a été choisi pour caractériser les polluants à T0 au niveau de l'aire terminale Palais et l'influence des principales activités sources de pollutions	-Stationnement et fonction de l'actuel air terminus ; -Route de la clinique Belle vue et de l'hôpital le DENTEC ;

P2	Rond-point Gare de la gare de Dakar (Embarcadère)	A quelque enculbu de la garre de la gare du TER, de l'embarcadère de Dakar (Port Autonome de Dakar), le rond-point Garde Dakar est aujourd'hui tres convoité pour les véhicules qui entrent et sortent de la ville de Dakar. Ce point serait une parfaite référence pour les points de convergence.	-Trafic dense autour du rond-point ; -Activités de la gare terminus du TER ; -Activité du Port Autonome de Dakar ;
P3	Atelier mécanique ancienne piste (Dépôt de Ouakam) à proximité d'une station-service, de l'école élémentaire Blossom	Le site du dépôt de Ouakam regorge d'activités sources de pollutions atmosphériques. Elles sont principalement les activités mécaniques automobile, station-service à l'entrée Sud du site, la route de la VDN et les Voies de l'Alternance.	-Activité locales des mécaniciens et autres ; -Fort trafic routier avec la VDN et les Voies de l'Alternance ;
P4	Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus (récepteur sensible du dépôt de Ouakam) Mitoyen site Dépôt de Ouakam	des structions sensibles au voisinage immédiat a été ciblée en fonction des vents dominants pour s'acquérir des données de référence ; il s'agit de l'école BLOSSOM et de la clinique médicale Hibiscus qui sont mitoyenne du mur de cloture du site (Point de mesure P4).	
P6	Atelier mécanique – (Dépôt de Mbao) à proximité d'une station-service (emprise du projet), de l'école Médina Kelle	Le site du dépôt de Mbao regorge d'activités sources de pollutions atmosphériques. Elles sont principalement les activités mécaniques automobile, station-service, gare routière et un maché de poisson.	-Activité locales des mécaniciens -Fort trafic routier avec les activités de la gare routière -Activité de la Station-service
P5	Ecole Medina KELLE (récepteur sensible du dépôt de Mbao) Mitoyen site Dépôt de Mbao	Une struction sensible au voisinage immédiat a été ciblée pour s'acquérir, des données de référence ; il s'agit de l'école Medina KELLE situant à moins	

		de 10 mètres du site (Point de mesure P5)	
P7	Hopital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	L'axe principal T-s4 à réfectionner longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff. Plus d'une vingtaine d'ateliers mécaniques ont été caractérisés sur cet axe. Ce point couvre aussi la zone où les axes S-s1, S-s2 et X-s6 sont notés.	-Activité locales des mécaniciens aux voisinages de l'axe ; -Fort trafic routier sur l'axe T-s4 avec des voies de raccordement secondaires. -Fortes activités mécaniques (Exemple : Garage de Bindiona).
P8	Hopital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.	L'axe principal A-s5 à réfectionner est mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est. Environs neuf(09) structures sensibles sont recensées dans le voisinage immédiat le long du tracé : CEM Momar Mareme Diop, Ecole Primaire Yeumbeul 2, Sheikh Khalifa Bin Hamad Al-Thani, Dispensaire Mission Catholique, Privée Esperance, CEM, CEDES de Yeumbeul Nord, Camp Marine française et deux pharmacies. Ce point couvre également la zone où les axes A-s4, A-s5 et A-s8 sont notés.	-Activité locales des mécaniciens aux voisinages de l'axe ; -Fort trafic routier sur l'axe T-s4 avec des voies de raccordement secondaires. -Fortes activités mécaniques (Exemple : Garage de Bindiona).

Tableau 4 : Illustration des points des mesures

N°	Dénomination	Illustration
P1	<p>Air Terminus Palais A plus de 150 mètres de l'institut Pasteur de Dakar A plus de 300 de l'hôpital le Dantec</p>	
P3	<p>Atelier mécanique ancienne piste (Dépôt de Ouakam) à proximité d'une station- service, de l'école élémentaire Blossom</p>	
P4	<p>Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus (récepteur sensible du dépôt de Ouakam)</p> <p>Mitoyen site Dépôt de Ouakam</p>	

P5	Ecole Medina KELLE (récepteur sensible du dépôt de Mbao) Mitoyen site Dépôt de Mbao	
P6	Atelier mécanique –(Dépôt de Mbao) à proximité d’une station-service (emprise du projet), de l’école Médina Kelle	
P7	Axe principal : T-s4 qui longe l’hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff. Ce point couvre aussi les axes S-s1, S-s2 et X-s6	




4.3. Méthode de quantification des immissions

La mesure des immissions (résultante des différentes sources de pollution) dans l’air ambiant de la zone du projet a été réalisée à travers un dispositif de mesure constitué de détecteur de particules. Les données recueillies seront comparées aux normes en vigueur après traitement en laboratoire. Etant donné que la durée des mesures s’étend sur 24 heures, les normes journalières évoquées plus haut seront utilisées dans cette analyse.

La mesure des polluants particuliers et gazeux (PM2.5, PM10, CO, SO₂ et NO₂) et des COV totaux a été réalisée par des stations fixes de mesure de la qualité de l’air munies de détecteurs à cellule électrochimique. Afin de mener à bien cette étude, le tout a été réalisé en relation avec des procédures d’assurances et de contrôle qualité.

Les dispositifs de mesure ont été placés à hauteur des voies respiratoire soit à 1.5 m du sol au niveau des deux points de mesure.

Tableau 5 : Matériels de mesures

Emplacement et éléments mesurés	Instrument de mesure	Détail
Suspended Particulate Matter (SPM) PM2.5 and PM10 	Maker Model Type, No. Measuring Range	DustMate SKU: 01/DM/DUSTMATE PM1, PM2.5 et PM 10
	Résolution	0,1 µg/m ³
AQ EXPERT Gaz 	Maker Model Type, No. Measuring Range Résolution	MONITEUR DE QUALITÉ DE L'AIR AQ EXPERT SO ₂ , NO ₂ , O ₃ , Formaldéhyde, H ₂ S 0,1 à 1 ppm
COV totaux 	Maker Model Type, No. Measuring Range Résolution	E-instruments SI-AQ COMFORT COV 0,1 à 1 ppm

Dans cette étude les détecteurs utilisés répondent aux exigences de la directive européenne CEM 89/336/CEE se traduisant par la mention CE. Ils satisfont également à la directive 94/9/CEE dite ATEX relatif à leur utilisation en atmosphère explosive avec la mention Ex.

En plus de la détection des particules atmosphériques cet appareil mesure les paramètres météorologiques tel que le vent (direction et vitesse), la température, l'humidité relative, entres autres.

Tableau 6 : Technique de détection des polluants gazeux

Composés Inorganiques	Techniques et caractéristiques
Dioxyde de soufre SO ₂ Oxydes d'azote NO ₂ Monoxyde de carbone CO	Cellule électrochimique. Concentration de l'ordre du ppb, Gamme de 0 à 20 ppm. (NO ₂ et SO ₂) Résolution 0.01 ppm (NO ₂ et SO ₂) Résolution 1 ppm (CO)
Particules en suspension (PM10) Et (PM2.5)	Détection laser et Gravimétrie Résolution 10 µg/m ³ (PATS+) Résolution 1 µg/m ³ (MOT-M4 et GT1000-FC) Plage de mesure 1 µg/m ³ (MOT-M4 et GT1000-FC)

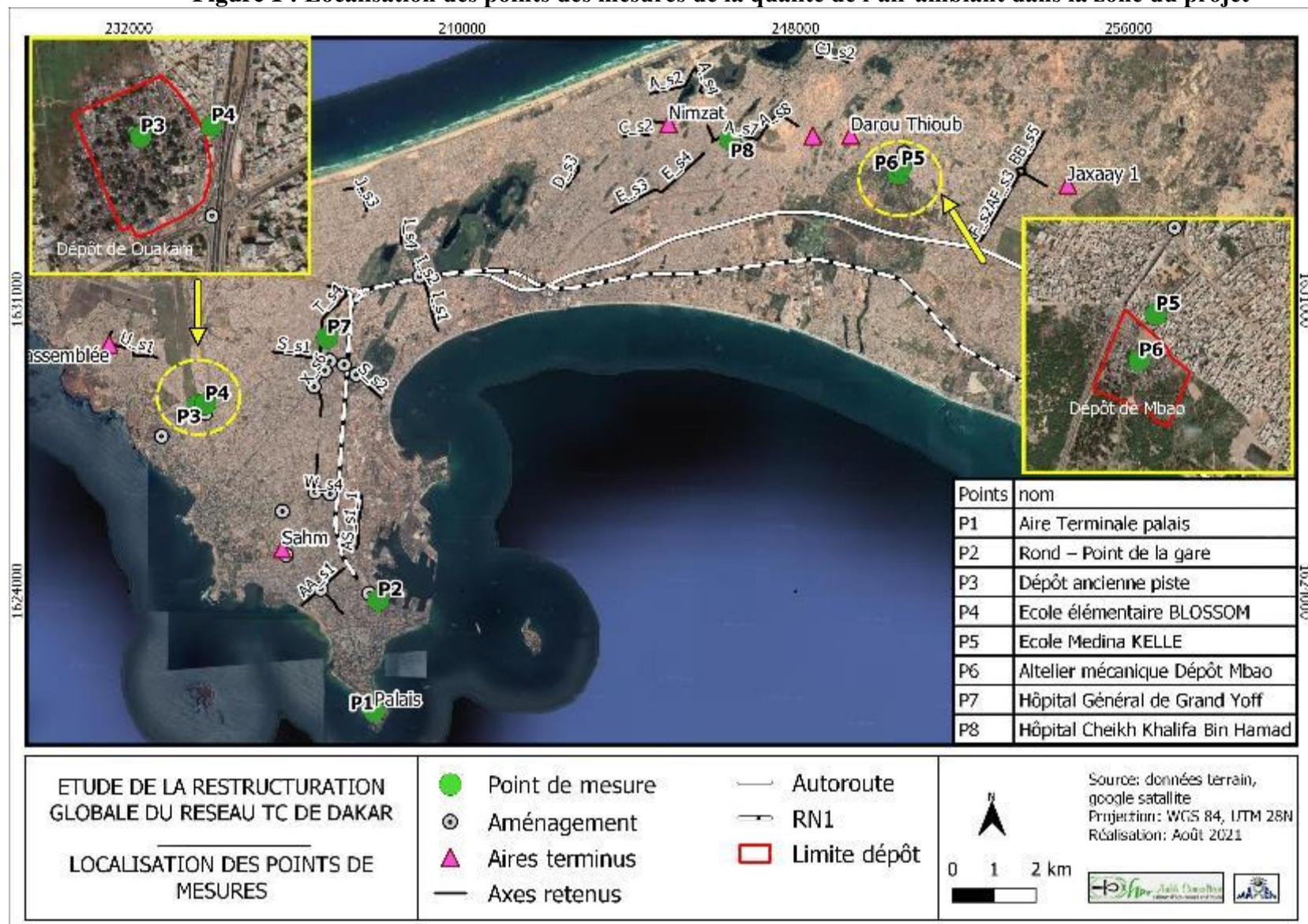
4.4. Localisation des points de mesures de la qualité de l'air

Le tableau ci-après présente la localisation géographique des différents points de mesures de la qualité de l'air ambiant.

Tableau 7 : Localisation géographique des points de mesure de la qualité de l'air dans la zone d'influence du projet

N°	Désignation	Coordonnée UTM X	Coordonnée UTM Y
P1	Air Terminus palais	238156	1625474
P2	Rond – point de la gare	237942	1625631
P3	Dépôt ancienne piste	238260	1625847
P4	Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	238204	1626390
P5	Ecole Medina KELLE	238718	1626934
P6	Atelier mécanique Dépôt Mbao	250526	1634001
P7	P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	236621	1630057
P8	P8 : Axe principal : A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.	246488	1634925

Figure 1 : Localisation des points des mesures de la qualité de l'air ambiant dans la zone du projet



5.Présentation des résultats du monitoring

Une surveillance de la qualité de l'air vise à mesurer la concentration des polluants dans l'air ambiant. Cette concentration s'exprime en unité de masse par unité de volume d'air prélevé ramenée aux conditions normales de température et de pression. Les unités les plus couramment utilisées sont le **microgramme par mètre cube ($\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)**, soit le millionième de gramme par mètre cube.

L'analyse des résultats fait appel à différents paramètres statistiques dépendant des choix faits dans les textes réglementaires et permettant d'appréhender les effets de pointe ou les effets chroniques.

Pour le cas des particules en suspension et le SO_2 , les normes sont journalières et de ce fait il faudra analyser les concentrations moyennes journalières calculées à partir des concentrations horaires découlant des mesures enregistrées chaque 60 minute au cours de la journée afin de faire des comparaisons pertinentes sur la moyenne journalière pour les polluants particulaires.

Pour le NO_2 et le CO les normes sont horaires et de ce fait il faudra au-delà des concentrations journalières, exposer les concentrations horaires enregistrées au cours de la journée afin de faire des comparaisons pertinentes.

✚ **Moyenne horaire** = *moyenne arithmétique des valeurs quart-horaires mesurées par l'analyste*

Une moyenne horaire est valide si au moins 3 valeurs quart-horaires qui la composent le sont.

✚ **Moyenne journalière** = *moyenne arithmétique des valeurs horaires de 0 à 23 heures*

Une moyenne journalière est valide si au moins 18 valeurs horaires le sont.

En ce qui concerne les COV totaux, nous sommes dans le cas d'une évaluation sur du court terme (1 à 3 jours) pour une valeur seuil de **10 000 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$** .

5.1.Analyses des conditions météorologiques

Les concentrations de polluants dans l'atmosphère sont dépendantes à la fois de l'intensité de leurs émissions dans l'air et des conditions météorologiques.

La stabilité de l'atmosphère influe sur la distribution verticale des polluants, le vent sur la dispersion horizontale (transport des polluants par le vent), et les précipitations permettent un lessivage de l'atmosphère.

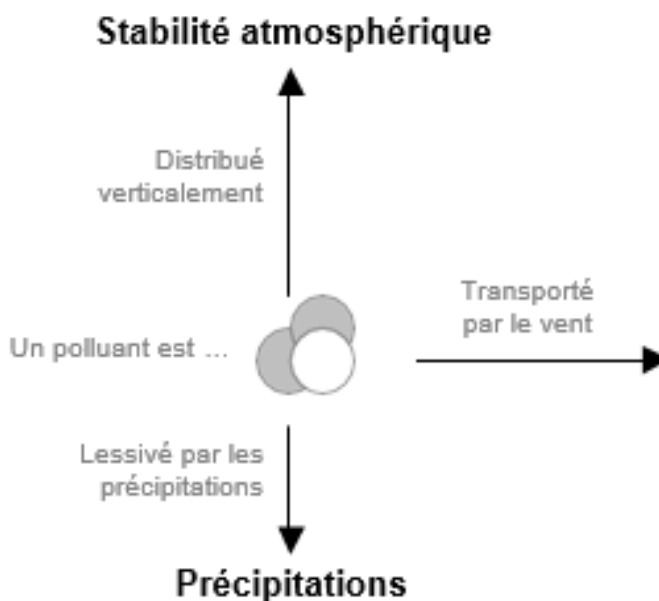


Figure 2 : Schéma de l'évolution d'un polluant dans l'atmosphère

D'autres paramètres météorologiques (température, ensoleillement) peuvent aussi influencer sur la transformation chimique des polluants (oxydation des COV et cas de la pollution photochimique à l'ozone pendant l'été).

Le vent permet la dispersion horizontale des polluants :

- Entre 0 et 1 m/s : la vitesse du vent est trop faible pour que la direction soit significative.
- Entre 1 et 2 m/s : la direction du vent est significative, mais sa force ne génère pas des conditions de dispersion notables.
- Supérieur à 2 m/s : la force du vent devient suffisamment significative pour créer de bonnes conditions de dispersion des polluants atmosphériques.

La station météorologique de Dakar/Yoff présente les caractéristiques suivantes :

- Altitude : 27 mètres
- Coordonnées : 14,73°N/ 17,5°E
- Début des archives : 1 Avril 1949
- Fuseau Horaire : Africa/Dakar
- Type de station : METAR/SYNOP

Tableau 8 : Conditions météorologiques au cours de la campagne de mesure

Date	Température Min °C	Température Max °C	Humidité Min %	Humidité Max %	Direction Vent	Vitesse moyenne Vent m/s
25/07/2020	24,2	30,5	72	94	N, NO	6,5
26/07/2020	24	30	74	95	N, NO	6,5
28/07/2020	24,2	30,5	72	94	N, NO	6,5
29/07/2020	24	30	74	95	N, NO	6,5
19/07/2020	24,2	30,5	72	94	N, NO	6,5
30/07/2020	27,9	31	73	89	ONO	3
31/07/2021	24	32	68	91	S, SO	3
01/08/2021	25	30	49	96	NO, ONO,	3,5
29/12/2021	23	30	49	96	NO, ONO,	3,5
30/12/2021	25	30	73	93	N	2
31/12/2021	24	30	74	95	N, NO	4,5
01/01/2022	24,2	30,5	72	94	N, NO	3,5
02/01/2022	27,9	31	73	89	ONO	3
03/01/2022	24	32	68	91	S, SO	2,5
04/01/2022	22,5	30,4	69	90	S, SO	3,5
05/01/2022	24,5	31,2	70	89	S, SO	2,1

Au cours de l'étude, la vitesse moyenne du vent est restée la plupart du temps largement supérieure à 2 m/s et par conséquent assez significative pour créer une bonne dispersion des polluants atmosphériques. La direction dominante était dans un premier temps Sud-Ouest mais a évolué en Nord-Ouest voire Nord dans un second temps. Il a fait un temps relativement chaud durant le

monitoring avec une forte humidité. Toutes ces conditions jouent un rôle important sur les niveaux des polluants dans l'air ambiant.

5.2. Concentrations moyennes journalières des particules fines PM_{2,5} en suspension dans la zone du projet

Tableau 9 : état des lieux des poussières fines en suspension PM_{2.5} dans l'air ambiant dans la zone du projet

Points de mesure	Moyenne journalière (en µg/m ³)	Concentration Maximale (µg/m ³)	Concentration Minimale (µg/m ³)	Norme Sénégalaise NS_05_06 2/2018	Norme OMS (µg/m ³)
P1 : Aire Terminus palais	37,3	63,18	32,05	75µg/m³	25µgm³
P2 : Rond – point de la gare	71,48	184,87	83,6		
P3 : Dépôt ancienne piste	34,31	121,38	70,19		
P4 : Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	64,47	116,95	70,26		
P5 : Ecole Medina KELLE	74,71	89,61	58,62		
P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	87,89	152,9	23,23		
P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	45,6	105	15,9		
P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.	57,9	70,5	20,2		

+ : Inférieure à la norme PM_{2,5} du Sénégal (75µg/m³)

*** : dépassement de la norme PM_{2.5} du Sénégal (75 µg/m³)*

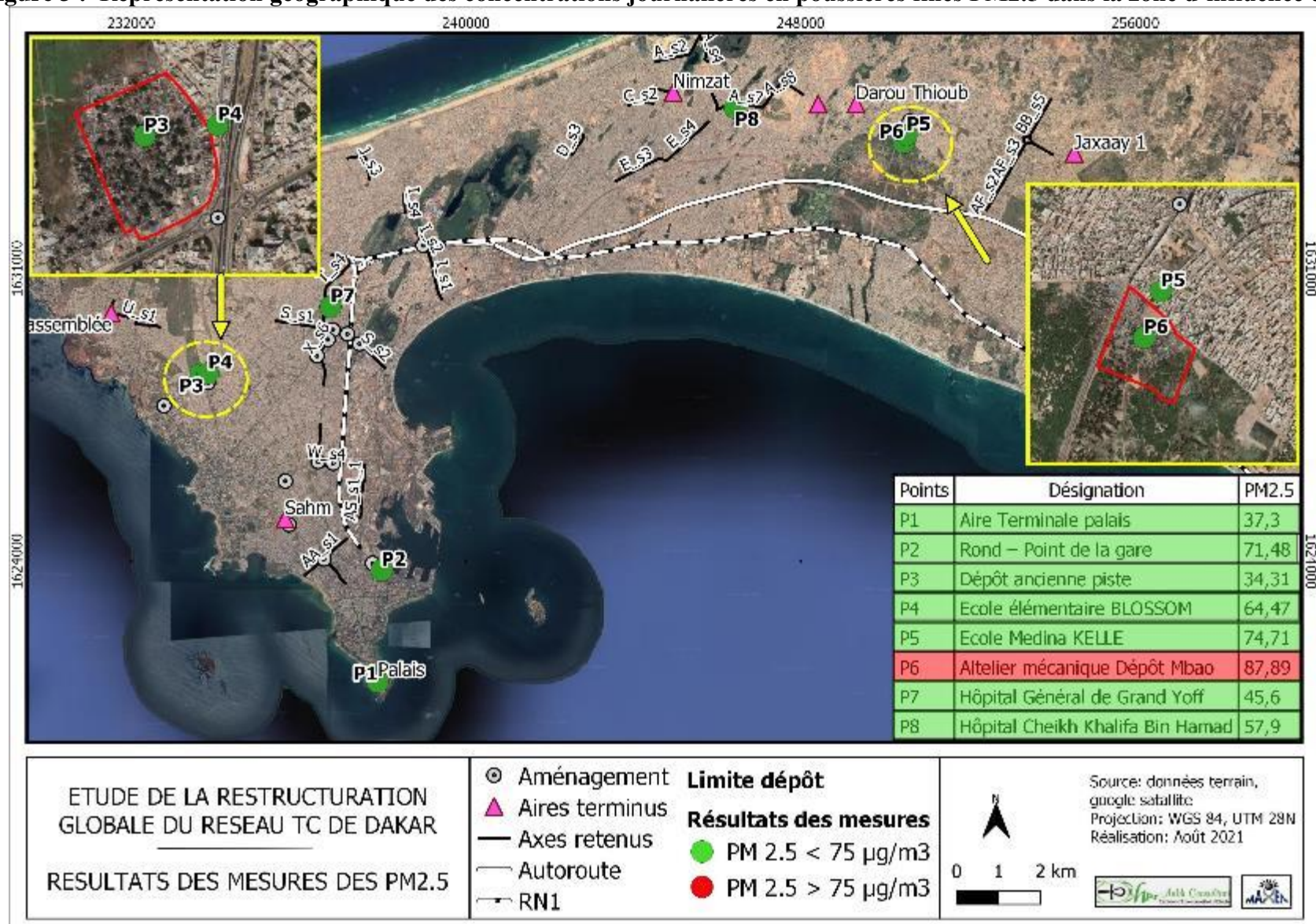
❖ Analyse et interprétation :

Les résultats de cette étude révèlent que la norme de l'OMS (25µg/m³ en moyenne journalière) est également dépassée sur l'ensemble des points de mesure.

Par contre sur les huit (08) points de mesure, seul le site de l'atelier du dépôt de Mbao a enregistré une valeur de PM_{2,5} supérieure à la norme sénégalaise fixée à 75µg/m³ de PM_{2,5} en moyenne journalière avec une valeur de **87,89µg/m³**.

Les autres sites sont caractérisés par des valeurs journalières en PM_{2,5} inférieure à la norme sénégalaise.

Figure 3 : Représentation géographique des concentrations journalières en poussières fines PM2.5 dans la zone d'influence du projet



5.3. Concentrations moyennes journalières des PM10 en suspension dans la zone d'influence du projet

Tableau 10 1: Concentrations moyennes journalières en particules fines PM10 dans la zone d'influence du projet

Point de mesure	Moyenn e journali ère (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Conc entra tion Maxi male	Concentr ation Minimale	Norme Sénégalaise NS_05_062/20 18	No r m e O M S ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
P1 : Aire Terminus palais	116,0	186,9	70,9	150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
P2 : Rond – point de la gare	168,82	315,9	72,9		
P3 : Dépôt ancienne piste	154,45	291,3	66,3		
P4 : Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	139,44	301,3	50,1		
P5 : Ecole Medina KELLE	147,87	323,5	59,9		
P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	159,14	196,6	56,3		
P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	115,9	135,6	75,5		
P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.	154,5	250,5	77,9		

*: Conforme à la norme PM10 de l'OMS (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

**: Dépassement de la norme PM10 du Sénégal (150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

❖ Analyse et interprétation :

L'analyse des données montre que la norme de l'OMS (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière) est dépassée sur l'ensemble des points de mesure.

Toutefois, sur les huit (08) points de mesure, quatre sites (*Rond – point de la gare, Dépôt ancienne piste, Atelier mécanique Dépôt Mbao et l'Axe principal : A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est*) ont enregistré des valeurs de PM₁₀ supérieures à la norme sénégalaise fixée à 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière. En effet, les taux moyens journaliers en PM₁₀ se situent entre **154,45** et **168,84** $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

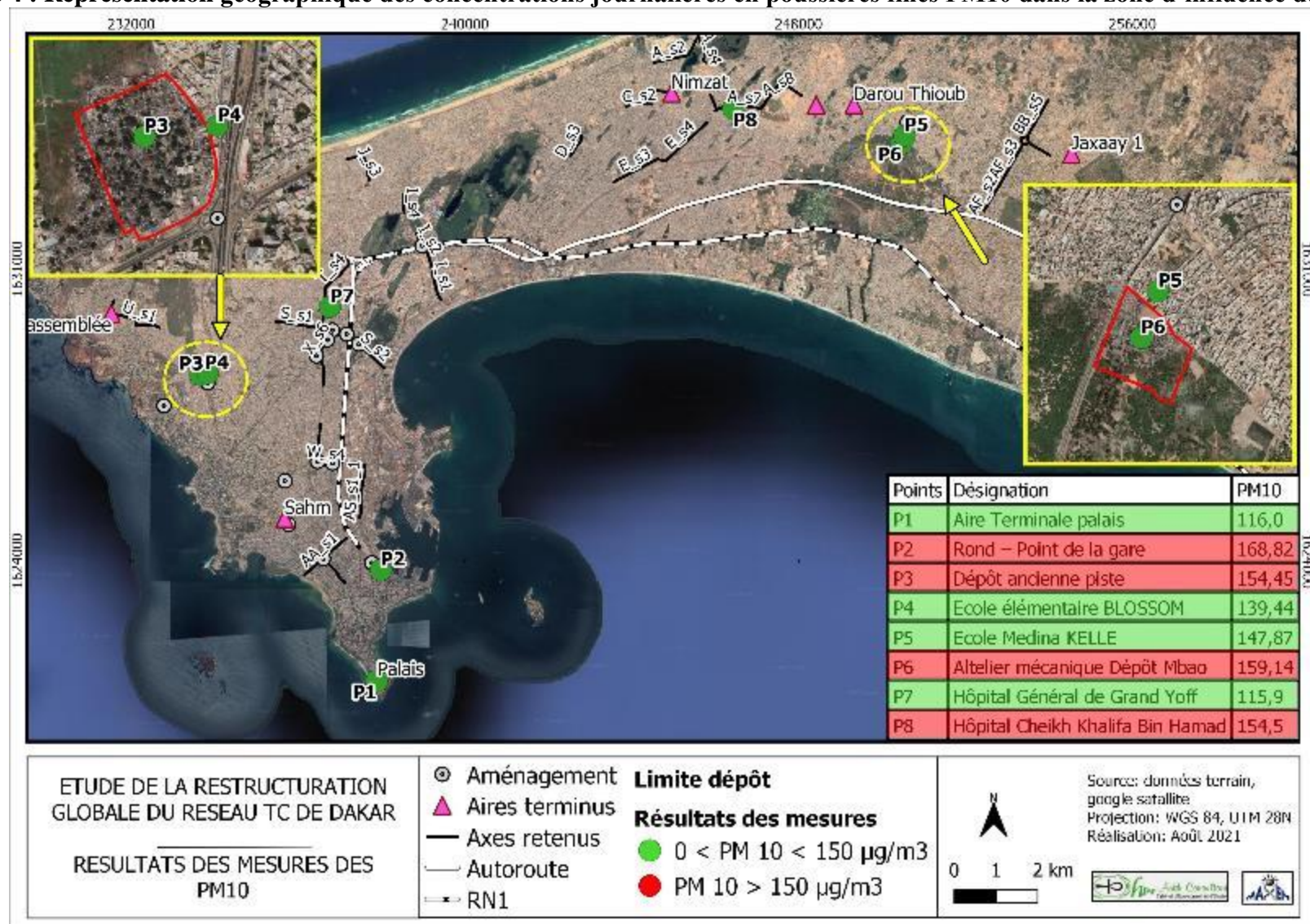
Les quatre (04) autres sites notamment l'Ecole élémentaire BLOSSOM, l'Ecole Medina KELLE, l'Aire Terminus du palais et l'Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff, ont partout enregistré des valeurs en dessous de la moyenne journalière de la norme Sénégalaise. La plus forte concentration journalière de PM₁₀ qui est de **168,84** $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est obtenue sur le site du Rond-point de la Gare. C'est une zone très marquée par une forte densité du trafic urbain de la région de Dakar. A cela s'ajoute l'état dégradé de la chaussée favorisant d'importants soulèvements de poussières surtout au passage de gros porteurs.

Globalement les résultats de cette étude révèlent une pollution liée aux particules PM₁₀ assez manifeste dans les zones d'influence du projet. Au niveau des sites de dépôt où une forte activité

de manutention et de trafic sur piste sableuse est notée, Les niveaux de poussières fines PM_{10} enregistrés ont généralement dépassé les valeurs réglementaires à l'échelle journalière du Sénégal ($150\mu g/m^3$) et de l'OMS ($75\mu g/m^3$). De même qu'au niveau des axes où la chaussée est carrément dégradée.

Cette pollution particulière à l'état initial, par endroit, peut poser un risque important pour la santé humaine ou l'environnement. Il faudra impérativement faire une évaluation des risques pour la santé et la sécurité associés aux niveaux de pollution actuels, qui pourraient affecter les communautés, les travailleurs et l'environnement conformément à la Norme de performance 3 des directives de la Banque Mondiale.

Figure 4 : Representation géographique des concentrations journalières en poussières fines PM10 dans la zone d'influence du projet



5.4. Concentrations moyennes journalières et horaire des polluants gazeux dioxydes soufre SO₂, dioxyde d'azote NO₂ et monoxyde de carbone CO dans la zone d'influence du projet

Les résultats des mesures du dioxyde de soufre SO₂ dans la zone d'influence du projet sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Etat des lieux du dioxyde de soufre SO₂ dans la zone d'influence du projet

	P1 : Aire Terminus palais	P2 : Rond – point de la gare	P3 : Dépôt ancienne piste	P4 : Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	P5 : Ecole Medina KELLE	P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.
Date	Du 29 au 30/01/2022		Du 31/01/22 au 01/02/2022		Du 02 au 03/02/2022		Du 04 au 05/02/2022	
Concentration journalière SO ₂ µg/m ³	43.70*	98.5**	48.09*	5.29	22.12	45.09*	10,5	4.35
Climatologie Durant la mesure	Vent NO à ONO, à la vitesse moyenne de 2 à 3,5 m/s		Vent NO à N à la vitesse moyenne de 3,5 à 4,5 m/s		Vent NNO à ONO à la vitesse moyenne de 2.5 à 3 m/s		Vent S à SO à la vitesse moyenne de 2,1 à 3.5 m/s	
Observations	Conforme : proche de la norme nationale	Non Conforme	Conforme : proche de la norme nationale	Conforme	Conforme	Conforme : proche de la norme nationale	Conforme	Conforme

*: dépassement de la norme SO₂ de l'OMS (20 µg/m³)

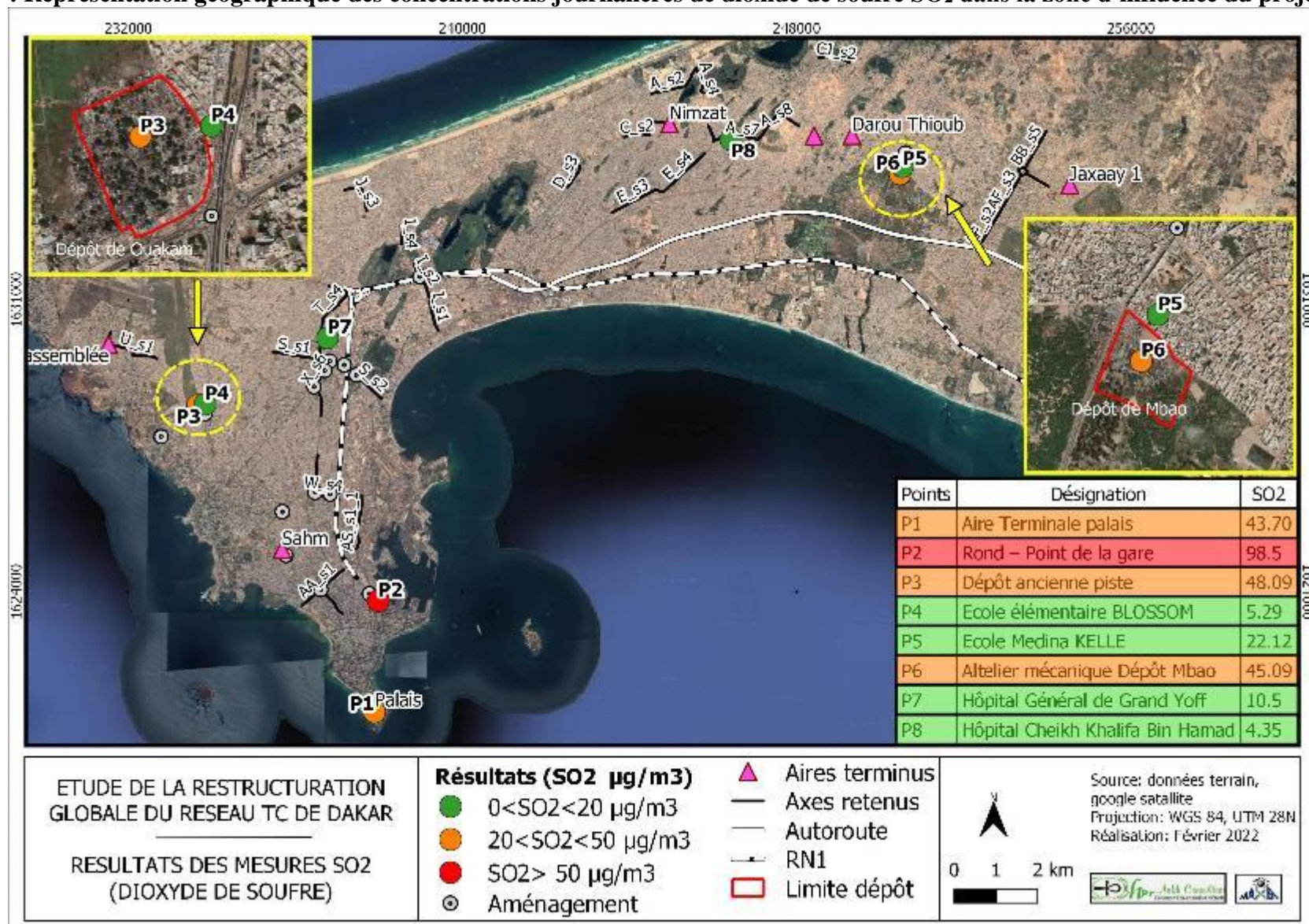
**: dépassement de la norme SO₂ du Sénégal (50 µg/m³)

Le dioxyde de soufre (SO_2) est émis lors de la combustion des matières fossiles telles que charbons et fiouls. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif.

Dans notre étude, les concentrations moyennes journalières de dioxyde de soufre SO_2 dans la zone d'influence du projet sont restées en grande partie inférieures à la norme journalière du Sénégal ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sauf pour P2 : Rond – point de la gare où une concentration de $98,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistrée. La proximité de ce point avec l'embarcadère de Dakar au Port Autonome, la gare terminale du TER et la structuration du rond-point (point d'entrée et de sortie de la ville de Dakar) restent des éléments importants pouvant fortement influencer les mesures avec les retombées de particules de composants inorganiques (sulfates et nitrates) en provenance principalement des fonctionnements des engins/automobilistes

Si la norme nationale a été majoritairement respectée, celle de l'OMS a été dépassée au pour beaucoup de points de mesure surtout aux points où il n'y a pratiquement pas de routes mitoyennes comme l'école Medina KELLE. Globalement les dépassements de la norme de l'OMS se concentrent dans le centre ville de Dakar où un fort trafic routier se manifeste à des heures de pointe.

Figure 5 : Représentation géographique des concentrations journalières de dioxyde de soufre SO₂ dans la zone d'influence du projet



Les résultats des mesures du dioxyde d'azote NO₂ dans la zone d'influence du projet sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 12 : Etat des lieux du dioxyde d'azote NO₂ dans la zone d'influence du projet

	P1 : Aire Terminus palais	P2 : Rond – point de la gare de Dakar	P3 : Dépôt ancienne piste	P4 : Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	P5 : Ecole Medina KELLE	P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	P7 : Axe principal T- s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.
Date	Du 29 au 30/01/2022		Du 31/01/22 au 01/02/2022		Du 02 au 03/02/2022		Du 04 au 05/02/2022	
Concentration journalière NO ₂ $\mu\text{g}/\text{m}^3$	148,44	168,44	42,39	24,99	19,44	98.25	82.72	79.36
Climatologie Durant la mesure	Vent NO à ONO, à la vitesse moyenne de 2 à 3,5 m/s		Vent NO à N à la vitesse moyenne de 3,5 à 4,5 m/s		Vent NNO à ONO à la vitesse moyenne de 2.5 à 3 m/s		Vent S à SO à la vitesse moyenne de 2,1 à 3.5 m/s	
Observations	Conforme avec les plus fortes tendances journalières	Conforme avec les plus fortes tendances journalières	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme avec les plus fortes tendances journalières	Conforme avec les plus fortes tendances journalières	Conforme avec les plus fortes tendances journalières

Le dioxyde d'azote (NO₂) est émis lors des phénomènes de combustion. Les sources principales sont les transports, l'industrie, l'agriculture et la transformation d'énergie.

Malgré des progrès techniques et l'amélioration des carburants, les effets sont peu perceptibles compte tenu de l'augmentation forte du trafic et de la durée de renouvellement du parc automobile.

Dans notre étude, les concentrations moyennes horaire en NO₂ ont été établies pour chaque point de mesure sur 24h (Voir Tableau suivant). Cependant la norme sénégalaise et internationale est de type horaire ce qui nous pousse à bien observer l'évolution temporelle du NO₂ afin de pouvoir directement établir des comparaisons plus pertinentes. Ainsi parmi les huit (8) points de mesure, cinq (5) ont enregistré les niveaux journaliers les plus importants ; il s'agit de l'Aire Terminus palais, du rond-point de la gare de Dakar, de l'Atelier mécanique Dépôt Mbao, de l'Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff et de l'Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est. L'évolution temporelle du NO₂ dans ces différents points a montré des dépassements diurnes de la norme horaire fixée à 200 µg/m³. Le trafic dans ces zones pourrait fortement expliquer ces teneurs élevées de NO₂ car les niveaux en question baissent considérablement avec la baisse du trafic. L'exemple du tableau suivant montre les niveaux horaires du NO₂ au cours de la mesure au niveau de l'Aire terminale du Palais avec une différence de concentrations entre le jour et la nuit.

Les dépassements horaires de la norme du NO₂ sont principalement observés au cours de la journée et baissent drastiquement en aux environs de 19h pour ensuite donner des niveaux nocturnes largement inférieurs à la norme. Ces points sont fortement marqués par le trafic qui est très important au cours de la journée et la proximité de plusieurs lieux de stationnement de véhicule (parking du terminus Palais et des unités sensibles en face). Les niveaux nocturnes au niveau de tous les points de mesure ont été très faibles voir nuls.

Pour les points présentant les niveaux de NO₂ les plus élevés, les conditions climatiques ne montrent pas forcément une implication d'une quelconque activité industrielle ou autres dans les fortes concentrations diurnes car si les vents étant majoritairement orientés NO à ONO au cours de la mesure, les émissions issues de la plus grande source de pollution de la zone (Port autonome de Dakar) ne influencent pas le point de mesure P1 (Aire Terminus palais) et P2 (Rond – point de la gare de Dakar). Par conséquent l'intensité du trafic durant la journée sur ces différents points reste l'élément le plus marquant pour expliquer les dépassements diurnes. Rappelons que le NO₂ est un des principaux marqueurs du trafic.

Le tableau suivant montre l'évolution temporelle des niveaux de NO₂ au Point de mesure P1 : Aire Terminus Palais.

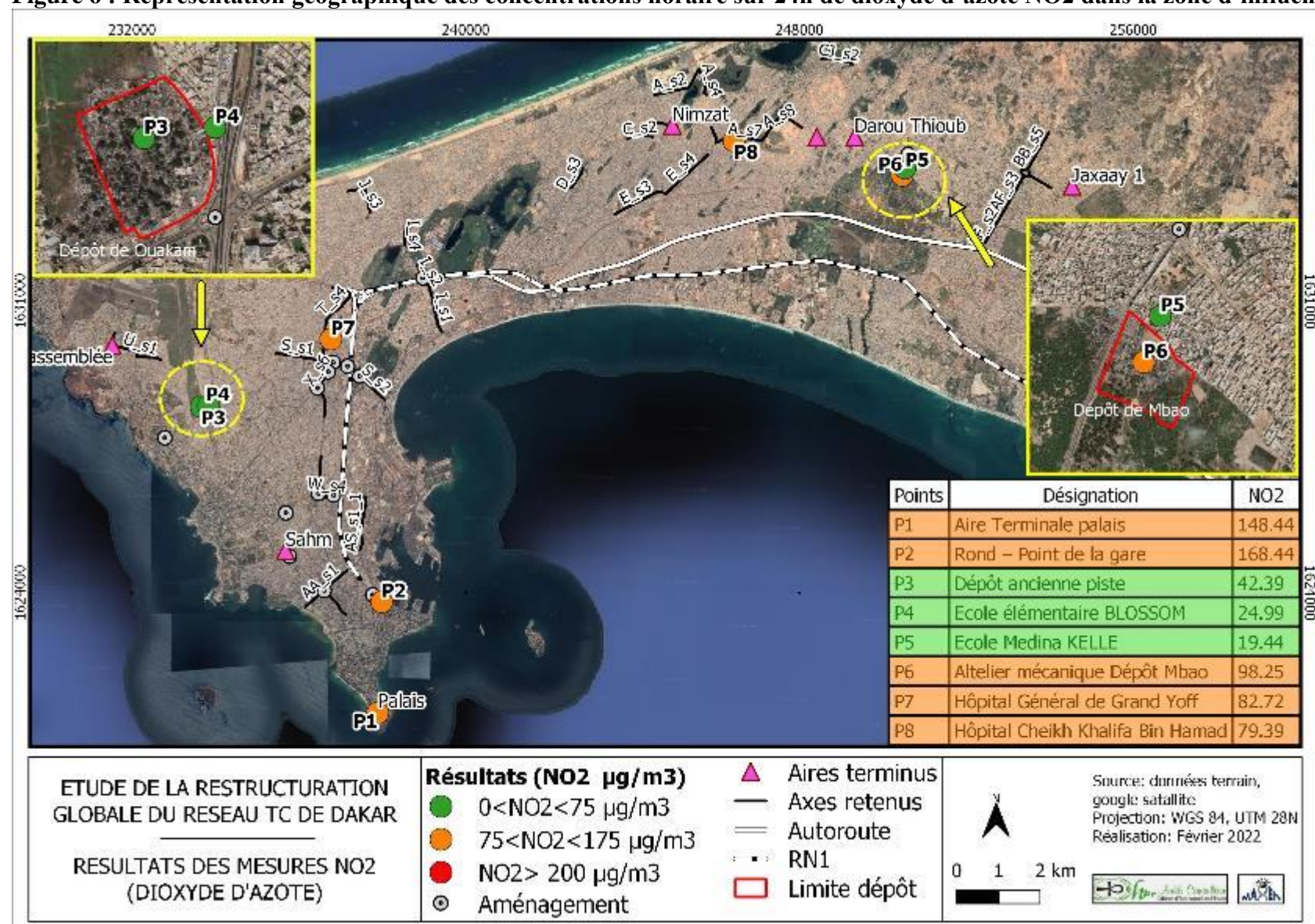
Tableau 13 : Evolution temporelle du NO₂ au niveau de l'Aire Terminus palais

TAG	Date Time	Gas type	Concentrati on	Unit	Spa n	C µg/m ³	Concentration horaire µg/m ³
TAG #01	2021/12/ 29 10:25:01	NO ₂	0.19	mg/m ³	20	170	199,833333
TAG #02	2021/12/ 29 11:24:58	NO₂	0.2	mg/m³	20	200	241,166667

TAG	Date Time	Gas type	Concentrati on	Unit	Spa n	C µg/m ³	Concentration horaire µg/m ³
TAG #03	2021/12/ 29 12:24:55	NO2	0.3	mg/m 3	20	301	282,833333
TAG #04	2021/12/ 29 13:24:52	NO2	0.25	mg/m 3	20	250	246,833333
TAG #05	2021/12/ 29 14:24:49	NO2	0.19	mg/m 3	20	140	231,333333
TAG #06	2021/12/ 29 15:24:46	NO2	0.21	mg/m 3	20	198	246,166667
TAG #07	2021/12/ 29 16:24:43	NO2	0.28	mg/m 3	20	180	250,166667
TAG #08	2021/12/ 29 17:24:40	NO2	0.2	mg/m 3	20	187	226,833333
TAG #09	2021/12/ 29 18:24:37	NO2	0.16	mg/m 3	20	160	195,833333
TAG #10	2021/12/ 29 19:24:34	NO2	0.15	mg/m 3	20	150	180,833333
TAG #11	2021/12/ 29 20:24:31	NO2	0,14	mg/m 3	20	0	131,333333
TAG #12	2021/12/ 29 21:24:28	NO2	0.14	mg/m 3	20	140	128,833333
TAG #13	2021/12/ 29 22:24:25	NO2	0.12	mg/m 3	20	120	76,833333
TAG #14	2021/12/ 29 23:24:22	NO2	0.12	mg/m 3	20	120	103,833333
TAG #15	2021/12/ 30 00:24:19	NO2	0.13	mg/m 3	20	130	95,833333
TAG #16	2021/12/ 30 01:24:16	NO2	0.12	mg/m 3	20	120	99,166667
TAG #17	2021/12/ 30 02:24:32	NO2	0,12	mg/m 3	20	115	94,858333

TAG	Date Time	Gas type	Concentrati on	Unit	Spa n	C µg/m3	Concentration horaire µg/m3
TAG #18	2021/12/ 30 03:24:47	NO2	0.1	mg/m 3	20	110	88,8583333
TAG #19	2021/12/ 30 04:24:27	NO2	0.2	mg/m 3	20	120	84,7183333
TAG #20	2021/12/ 30 05:24:18	NO2	0.02	mg/m 3	20	2	24,8253333
TAG #21	2021/12/ 30 06:24:37	NO2	0.09	mg/m 3	20	105	54,6583333
TAG #22	2021/12/ 30 07:24:45	NO2	0.1	mg/m 3	20	115	65,6245333
TAG #23	2021/12/ 30 08:24:15	NO2	0.1	mg/m 3	20	112	64,2583333
Moyenne journalière							148.441176

Figure 6 : Représentation géographique des concentrations horaire sur 24h de dioxyde d'azote NO2 dans la zone d'influence du projet



Les résultats des mesures du monoxyde de carbone CO dans la zone d'influence du projet sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 14 : Etat des lieux du monoxyde de carbone CO dans la zone d'influence du projet

	P1 : Aire Terminus palais	P2 : Rond – point de la gare de Dakar	P3 : Dépôt ancienne piste	P4 : Ecole élémentaire BLOSSOM mitoyenne de la Clinique médicale Hibiscus	P5 : Ecole Medina KELLE	P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.
Date	Du 29 au 30/01/2022		Du 31/01/22 au 01/02/2022		Du 02 au 03/02/2022		Du 04 au 05/02/2022	
Concentration journalière CO $\mu\text{g}/\text{m}^3$	407.5	446.07	48.85	163.4	95.65	59.35	226.21	116.88
Climatologie Durant la mesure	Vent NO à ONO, à la vitesse moyenne de 2 à 3,5 m/s		Vent NO à N à la vitesse moyenne de 3,5 à 4,5 m/s		Vent NNO à ONO à la vitesse moyenne de 2.5 à 3 m/s		Vent S à SO à la vitesse moyenne de 2,1 à 3.5 m/s	
Observations	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme	Conforme

Le monoxyde de carbone (CO) se forme lors de la combustion incomplète de matières organiques (gaz, charbon, fiouls, carburants, bois). La source principale est due au trafic automobile. Des taux importants de CO peuvent être rencontrés quand un moteur tourne au ralenti dans un espace clos ou en cas d'embouteillage dans des espaces couverts. En cas de mauvais fonctionnement d'un appareil de chauffage domestique, des teneurs élevées en CO peuvent être relevées dans les habitations.

Aucun dépassement des normes du CO dans l'air ambiant n'a été constaté au cours de cette étude d'impact.

5.5.Etat des lieux des COV totaux

En ce qui concerne les COV totaux, nous sommes dans le cas d'une évaluation sur du court terme (1 à 3 jours) et par conséquent la limite admise en général est de 10 000 µg/m³. Avec des valeurs journalières qui varient entre 147,87 à 2159,14 µg/m³ les taux de COV totaux dans les zones du projet et aux récepteurs sensibles, sont inférieurs à la limite admise. Il faut également rappeler que la végétation est une source importante d'émission de COV et il est important d'en tenir compte dans le site de Mbao. Ce qui pourrai expliquer les valeurs les plus élevées obtenues à ce niveau.

Point de mesure	Moyenne journalière (en µg/m ³)	Norme Sénégalaise NS_05_062/2018
P1 : Air Terminal palais	830,17	10 000 µg/m ³ (Court terme)
P2 : Rond – point de la gare	1165,2	
P3 : Dépôt ancienne piste	2054,1	
P4: Ecole élémentaire BLOSSOM	147,87	
P5 : Ecole Medina KELLE	439,31	
P6 : Atelier mécanique Dépôt Mbao	2159,14	
P7 : Axe principal T-s4 qui longe l'hôpital Idrissa Pouye de Grand Yoff.	455,2	
P8 : Axe principal A-s5 mitoyen de l'Hôpital Scheikh Khalifa Bin Hamad Al Thani de Yeumbeul Est.	652,5	

6.Conclusion et recommandations

Globalement, les résultats de cette campagne de mesure montrent au regard des valeurs réglementaires, une pollution particulaire élevée aux différents sites prévus pour les dépôts et un dépassement des valeurs limites de dioxyde de soufre SO₂ au niveau du point de mesure P2 (Rond – point de la gare). En effet, la moitié des sites concernés par l'étude, ont enregistré des niveaux de PM₁₀ qui sont supérieurs à la nouvelle norme NS 05-062 du Sénégal et à la valeur seuil de l'OMS. Le trafic dans ces zones pourrait fortement expliquer ces teneurs élevées de NO₂ car les niveaux en question baissent considérablement avec la baisse du trafic

L'influence des facteurs météorologiques (tel que l'humidité et le vent) sur les niveaux de pollution des COV et des particules, reste significative en saison sèche.

La qualité de l'air a été bonne dans le voisinage des dépôts notamment au niveau des récepteurs sensibles (*Ecole élémentaire BLOSSOM, Clinique médicale Hibiscus, Ecole Medina KELLE*) et au niveau de l'*Aire Terminus du palais*. Néanmoins, les activités anthropiques (industrie et trafic) influent beaucoup sur l'état de la qualité l'air en milieu urbain.

Vu qu'il existe une pollution particulaire et gazeuse dans la zone d'influence du projet, Il faudra impérativement faire une évaluation des risques pour la santé et la sécurité associés aux niveaux

de pollution actuels, qui pourraient affecter les communautés, les travailleurs et l'environnement conformément à la Norme de performance 3 des directives de la Banque Mondiale.

